

**THE
EFFECTS
OF
STRESS
ON
HEALTH**

767 THIRD AVENUE, NEW YORK, N.Y. 10017-2023

Date of Deposit: November 4, 1997

Barbara Villani

Attorney Docket No. 970668/LH

Transmitted herewith for filing is the JAPANESE language patent application of

**FILING IN JAPANESE LANGUAGE
37 CFR 1.52(d) AND 1.17(k)**

Priority Claim (35 U.S.C. 119) is made, based upon:

Japan No. 8-296750 November 8, 1996
Japan No. 8-312260 November 22, 1996

☒ JAPANESE LANGUAGE Specification (Description, Claims): Pages 1 - 27; Number of claims 1 - 28

☒ Declaration and Power of Attorney ☒ executed; ☐ unexecuted (supplied for information purposes)

☒ 9 Sheets of drawings, Figures 1 - 23C ☒ Formal ☐ Informal

☒ Assignment and "Patents" Recordation Form Cover Sheet (PTO-1595)

☐ Certified copy (ies) of priority document(s) identified above

☐ Information Disclosure Statement; ☐ Form PTO-1449

Preliminary Amendment

☐ **Verified Statement(s) Claiming Small Entity Status**

X Receipt Postcard

	Number Filed		Number Extra	Rate	Calculations
Total Claims	<u>50</u>	- 20	= <u>30</u>	x \$22.00	= \$ <u>660.00</u>
Independent Claims	<u>6</u>	- 3	= <u>3</u>	x \$82.00	= \$ <u>246.00</u>
				+ \$270.00	= \$ <u>270.00</u>
MULTIPLE DEPENDENT CLAIMS					
				BASIC FEE	\$ 790.00
NON-ENGLISH SPECIFICATION					\$ 130.00
ASSIGNMENT RECORDING FEE					\$ 40.00
					\$ <u> </u>
Total of above Calculations					\$ <u><u>2,136.00</u></u>

FRISHAUF, HOLTZ, GOODMAN, LANGER & CHICK, P.C.

By: Leonard Holtz, Reg. No. 22,974

10/1/97
LH:by

TITLE OF THE INVENTION

画像処理装置

IMAGE PROCESSING APPARATUS

BACKGROUND OF THE INVENTION

本発明は、所望する被写体が含まれる構図を複数に分割して撮影した複数の画像または、異なる露出で撮影した複数の画像を合成する画像処理装置に係り、特に合成による画像の画角及び明るさを変化させて画像合成する画像処理装置に関する。

近年、パーソナルコンピュータ（以下、ＰＣと称する）は、製造技術の向上に伴い、高性能化及び低価格化が進み、企業、教育、家庭などで広く普及しつつある。

このようなＰＣへの画像取り込み装置としては、従来のカメラで撮影されたフィルムから光学的に画像を取り出し、画像信号に変換して取り込んでいる。

また、カメラの他に、ビデオ信号として画像を撮影するビデオカメラ等の映像情報機器がいろいろな場面で利用されている。特に、デジタルスチルカメラは、通常のカメラに使用されるフィルムは使用せず、磁気や光学的に記録可能な記録媒体を用いて、撮影された画像をデジタル信号化して記録し、そのデジタル信号を取り込み装置に入力して、画像を再構築し、ディスプレイやプリンタに出力している。このため、従来のような現像処理が不必要であり、且つ消去や編集が容易にできる。

これらの理由に加え、インターネットユーザの増加、及びデジタルスチルカメラ自体の低価格が進んだことから、ＰＣユーザがインターネット通信に利用する目的で、デジタルスチルカメラの需要が急速に拡がっている。

しかし、このデジタルスチルカメラは、光電変換を利用したＣＣＤ等の固体撮像素子によって被写体像を画像信号として撮像するが、フィルムに比較して、解像度やダイナミックレンジが劣るため、高解像度化・広ダイナミックレンジ化の技術が強く望まれている。

この高解像度化する方法の１つとして、撮像素子の画素数を増やす方法が考えられる。しかし、一般に固体撮像素子のコストは、画素数の増大に従って急速に上昇することが知られている。

これらの平行移動量S 1、S 2、回転量R 1、R 2は、フレームメモリ10 b、10 cから読み出された画像と共に、補間演算器12 a、12 bにそれぞれ入力され、位置関係を補正した画像が作成される。

また、係数設定器 13 では、隣接する画像が滑らかに接続されるように、Fig. 20 に示すような各画像の係数 C_a 、 C_b 、 C_c を設定する。各画像の画素値には係数 C_a 、 C_b 、 C_c が乗算部 14 で乗じられ、重複する部分は加算部 15 で加算される。

Fig. 20は、合成される画像の重なり部分の処理を説明するための図である。

画像 a に対して画像 b は、反時計回りに回転している。この回転とオーバーラップ量（平行移動量）をずれ検出器 11 で算出する。また、画像 a、b がオーバーラップする部分は、滑らかに結合されるように Fig. 20 に示すような係数 C_a 、 C_b 、 C_c を乗算して加え合わせる。このようにして、複数の画像を合成した高解像度・広画角な画像が画像合成部 6 から出力される。

また、撮像素子の広ダイナミックレンジ化に関しては、本出願人は、USP. 4, 926, 247号により、露出を変えて撮影した複数の画像を合成して、フィルム並みのダイナミックレンジを持つ画像を生成する技術を開示している。この技術は、画像合成部6をFig. 22に示すように構成することで実現できる。

Fig. 22では、簡単に2枚の画像を合成する例について概念的に説明するが、3枚以上の合成であっても同様な処理により合成が可能である。

2枚の画像a、bは加算器21で加算され、フレームメモリ10に格納される。線形変換部22は、フレームメモリ10のデータを読み出し、変換テーブルを元に撮影時の入射光のR、G、B値に対応する値を算出して、マトリクス回路23に入力する。この時のR、G、B値は、デジタルスチルカメラ等の入力機器のダイナミックレンジを超えた画像になっている。

また、変換テーブルは、変換テーブル作成部 27 で、2 枚の画像の露出時間比 R_{exp} から決められている。マトリクス回路 23 では、R、G、B 値から輝度信号値 Y を求める。輝度信号圧縮部 24 からは、出力装置に合わせて階調を圧縮し

た輝度値 Y' が出力され、除算器 25 で元の輝度値 Y との比 Y' / Y が求められる。この比 Y' / Y は、線形変換部 22 の出力 R 、 G 、 B と乗算器 25 で乗算され、合成画像結果として、フレームメモリ 16 に格納される。

ところで、一般に撮像素子の出力する信号は、F i g . 21に示すような長時間露出の例とすると、露出によっては、ある入射光量以上で飽和して一定になる。

そこで、長時間露出と短時間露出の信号を加算した信号は、F i g . 21で加算信号と示した折れ線のように入射光量に対して変化する。そこで、変換テーブル作成部27では、ある加算信号値Sから入射光量Iを推定するようなテーブルを作成する。

また、一般に画像値は、0 ～ 255 の 256 階調で表現するため、輝度圧縮部 24 では、各画素の輝度 Y を、例えば (1) 式で圧縮する。

$$Y' = b \cdot Y^a \quad (1)$$

ここで、 a は圧縮の形状を決める係数で、 b は画像全体のゲインを決定する係数である。

露出時間の違う2枚の画像を上記のような方法で合成すると、フィルム並みのダイナミックレンジを持ち、暗いところから明るいところまで良好な露出を持った画像を得ることができる。

しかし前述した米国特許出願番号 08/541,644 号に記載される従来の技術では、歪曲収差補正に必要な撮影条件や光学系のパラメータを予め知らなければ設定できないため、ユーザが所有する任意の撮影機材を用いて簡単に高解像・広画角画像・パノラマ画像を作成することは難しい。

Fig. 23A, 23B, 23Cを参照して、歪曲収差について説明する。この歪曲収差は、一般にレンズの中心からの距離に応じて生じる幾何学変形である。歪曲収差が無い光学系を通して、例えば、格子状の被写体を撮影すると、Fig. 23Aに示すようになる。しかし光学系が歪曲収差を有していると、例えば、Fig. 23Bに示すように、本来直線で写るべき部分が曲がって写ってしまう。このように光学系に歪曲収差がある場合、Fig. 23Cに示すように、直線Lは、曲線L'のように歪んで結像するため、直線L上の点Yは、曲線L'上の点Y'に移動する。ここで画像上のある1点における収差量 ΔR は、

$$\Delta R = A1 \cdot R^3 + A2 \cdot R^5 + \dots \quad (2)$$

のような多項式で表される。

ここで、 R は画像中心から点 Y までの距離である。収差を補正させた画像を作成するには、点 Y' を画像中心 C と点 Y を結ぶ直線上を収差量 ΔR だけ移動すればよい。ところが、係数 $A1$ 、 $A2$ 、 \dots は光学系の焦点位置やズーム位置によって異なり、係数 $A1$ 、 $A2$ 、 \dots を正確に知ることは、通常のユーザには困難である。

また、使用する機材によっても係数 $A1$ 、 $A2$ 、 \dots は異なるため、違う機材を使用する場合は、補正係数を改めて調整しなくてはならない。

さらに、ズーム比を変えて撮影すると、隣り合った画像間で大きさが異なり、互いに重複して撮影しているにも係わらず、正確に貼合せることができない。また、室内など近くの被写体を撮影する場合には、撮影者が数歩動いた場合でも大きさが変わってしまう。

また、自動的にホワイトバランスが調整されるような機材の場合には、例えば、太陽に近い方向を撮影した場合と、太陽から離れた方向を撮影した場合に、色合いが大きく異なる場合が考えられる。

そのため、前記の技術で画像を合成した場合、滑らかに色合いが変化するものの、全体として不自然な画像になってしまう。また広ダイナミック化の技術においては、従来技術で説明したように、加算信号から入射光量を推定するテーブルを作成する必要があるが、Fig. 21に示すように、加算信号の傾きが変化する点 N は、露出時間比 R_{exp} によって変化する。そのため、合成対象の複数の画像の露出時間比 R_{exp} を予め知っていることが必要とされる。ところが、市販されているデジタルスチルカメラでは、露出調整はできても、その比をユーザが知ることのできない構成になっていることが多い。

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

本発明は、カメラの収差等の係数を知らなくても撮影した画像に基づき簡単な操作により補正して合成できる画像処理装置を提供すること、及び、撮影した画像のみから効果的に広ダイナミックレンジ化画像を作成することが可能な画像処理装置を提供するを目的とする。

本発明は上記目的を達成するために、１つの構図を分割し、隣接する箇所に互いに同じ被写体像が存在するオーバーラップ領域を有する、複数の画像として入力する画像入力手段と、前記複数の画像の少なくとも各オーバーラップ領域内に生じた画像の歪みまたは画像の差異を補正するのに必要な補正パラメータを設定する補正パラメータ設定手段と、前記設定された補正パラメータに従って、前記複数の画像の少なくともオーバーラップ領域内に生じた画像歪みまたは画像の差異が無くなるように、前記複数の画像のうち、少なくとも１枚の画像に対して補正を行う画像補正手段と、前記画像補正手段で補正された複数の画像を、前記オーバーラップ領域上で重ねて、順次繋ぎ合わせることで、前記１つの構図を復元する画像合成手段と、前記画像入力手段により入力された複数の画像、または、前記画像補正手段により補正された画像のうち少なくとも１枚の画像を表示する画像表示手段とを備えた画像処理装置を提供する。

以上のような構成の画像処理装置は、画像補正手段で補正された画像を画像表示手段に表示して確認できるため、必要な補正パラメータを知らなくても効果的に画像を補正可能であり、画像合成手段により正確に繋ぎ合わせた画像が得られる。

また、１つの構図を異なる露出で撮影した複数の画像として入力する画像入力手段と、前記露出が異なる複数の画像のうち、少なくとも１枚の画像の明るさを補正するのに必要な補正パラメータを設定する補正パラメータ設定手段と、前記設定された補正パラメータに従って、前記複数の画像のうち、少なくとも１枚の画像に対して明るさを補正する画像補正手段と、前記画像補正手段により補正された画像のうち少なくとも１枚の画像を表示する画像表示手段と、前記複数の入力画像と前記設定された補正パラメータに基づいて、前記１つの構図が前記画像入力手段で入力されたときの入射光量を推定し、前記画像補正手段で明るさが補正された複数の画像を、前記画像表示手段の表示可能範囲内に収まるように変換して合成する画像合成手段とを備えた画像処理装置を提供する。

このような画像処理装置では、画像補正手段で補正された画像を画像表示手段に表示して補正パラメータを設定し、この補正パラメータに基づいて画像表示手段の表示可能範囲に収まるように画像合成手段により明るさが補正された画像が

得られる。

前記画像処理装置は、前記補正された画像における前記補正パラメータと、その補正画像若しくはその画像を撮影した撮影手段の識別名とを関連づけて記憶する補正パラメータ記憶手段を有し、前記補正パラメータ設定手段は、前記補正パラメータ記憶手段に記憶された補正パラメータより所望の補正パラメータを選択して設定する画像処理装置を提供する。

さらに、画像処理装置は、一度補正に用いたパラメータ値を補正パラメータ記憶手段に保存しておき、必要な値を補正パラメータ記憶手段から選択して利用することで、各画像毎に改めて初めから補正する必要がない。

BRIEF DESCRIPTION OF THE SEVERAL VIEWS OF THE DRAWINGS

Fig. 1 は、本発明による第 1 の実施形態としての画像処理装置の概略的な構成を示す図である。

Fig. 2 は、Fig. 1 に示した画像補正処理部の詳細な構成を示す図である。

Fig. 3 A は、画像表示部上に表示される画像への処理指示及び画像の補正状態を示す図である。Fig. 3 B は、画像表示部上に表示される画像への処理指示及び補正メニューを示す図である。

Fig. 4 は、補正パラメータ記憶部に記憶されるファイルの形式の一例を示す図である。

Fig. 5 A は、撮影される画像の構図を示す図である。Fig. 5 B は、分割して撮影した歪曲収差のある光学系により撮影された画像の例を示す図である。Fig. 5 C は、歪曲収差のある光学系により撮影された画像を合成した時の構図について説明するための図である。

Fig. 6 は、本発明による第 2 の実施形態としての画像処理装置の概略的な構成を示す図である。

Fig. 7 は、Fig. 6 に示した画像補正処理部の構成例を示す図である。

Fig. 8 は、画像補正処理部の画像表示部に表示される合成結果の一例を示す図である。

Fig. 9 は、第 3 の実施形態としての画像処理装置における画像補正処理部の

構成例を示す図である。

Fig. 10は、周辺減光について説明するための画像中心からの距離と信号値の関係を示す図である。

Fig. 11は、第4の実施形態としての画像処理装置における画像補正処理部の構成例を示す図である。

Fig. 12は、画像補正処理部の画像表示部に表示される色調補正を行うための表示例を示す図である。

Fig. 13は、画像拡大縮小部と補正パラメータ設定部を備える画像補正処理部の構成例を示す図である。

Fig. 14は、本発明による第5の実施形態としての画像処理装置の概略的な構成を示す図である。

Fig. 15は、Fig. 14に示した露出時間比算出部の構成例を示す図である。

Fig. 16は、明るさ補正部における補正前の入力画像信号と補正後信号との関係を示す図である。

Fig. 17は、明るさ補正に関する画像表示部の表示例を示す図である。

Fig. 18は、従来の画像処理装置の一構成例を示す図である。

Fig. 19は、Fig. 18に示した画像合成部の一構成例を示す図である。

Fig. 20は、画像を繋ぎ合わせた広角画像合成における画像の重なり具合について説明するための図である。

Fig. 21は、長時間露出と短時間露出の信号を加算した信号の特性を示す図である。

Fig. 22は、図18に示した画像合成部の一構成例を示す図である。

Fig. 23Aは歪みのない画像を説明するための図である。Fig. 23Bは、歪曲収差のある画像を説明するための図である。Fig. 23Cは、歪曲収差の特性を説明するための図である。

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。

Fig. 1 には、本発明による第 1 の実施形態としての画像処理装置の概略的な構成を示し説明する。本実施形態は、ディスプレイ等の表示を見ながら簡便に収差を補正し、補正した画像を合成して高解像度・広画角の画像を得る装置である。

この画像処理装置は、デジタルスチルカメラ 31 で撮影した画像や撮影時の撮影条件等の撮影情報からなる画像データを記録するメモ리카ード 32 と、メモ리카ード 32 から画像データを読み取るカードリーダー 33 と、読み取られた画像データから画像を再生し、それらの画像に収差や色調等の補正を施し、合成する画像処理部 34 と、合成された画像及び画像データを表示するモニター 7、印刷出力するプリンタ 8 及び画像等を記憶する光ディスクやメモ리카ード等の記録媒体 9 からなる。

前記画像処理部 34 は、カードリーダー 33 で読み取られた画像データから伸長等の処理を行い画像及び撮影情報を再生する画像データ再生部 35 と、画像に収差や色調等の補正を行う画像補正処理部 36 と、画像合成のための画像切り替えを行う信号切り替え部 37 と、画像を合成する画像合成部 6 で構成される。

このような構成により、ユーザがデジタルスチルカメラ 31 を使って、被写体像の一部分が互いに重複するように分割した画像を撮影する。つまり 1 つの構図を、端の部分に同じものが写っているように、複数の画像片に分割して撮影する。

撮影されたこれらの画像（画像 a, 画像 b, …）は、圧縮・ヘッダ情報の付加などの処理がデジタルスチルカメラ 31 内で施された後、メモ리카ード 32 に画像データとして記録される。

このメモ리카ード 32 は、カードリーダー 33 に挿入され、記録された画像データがメモ리카ード 32 から読み出され、画像処理部 34 に取り込まれる。取り込まれた画像データは、まず、画像データ再生部 35 に入力され、伸長等の処理が行われて画像データとして再生される。

そして、再生された画像データは、画像補正処理部 36 で補正処理が行われ、信号切り替え部 37 を通って、画像合成部 6 に入力される。画像合成部 6 は、Fig. 19 に示した構成を備えているものとする。この画像合成部 6 は、例えば、米国特許出願番号 08/045,038 号と同様の処理を施して合成し、その合成画像をモニタ 7、プリンタ 8、記憶媒体 9 等に出力する。

次に F i g . 2 には、前述した画像補正処理部 3 6 の詳細な構成を示し説明する。

この画像補正処理部 36 は、原画像・補正画像を表示する画像表示部 44 と、入力された画像に対する収差補正を行う収差補正処理部 41 と、該収差補正処理部 41 で補正に用いるパラメータを記憶する補正パラメータ記憶部 42 と、ユーザの操作により補正パラメータを調整して設定、または、補正パラメータ記憶部 42 から読み出された補正パラメータを選択して設定する補正パラメータ設定部 43 とで構成される。

前記画像補正処理部３６は、撮影を行うカメラにおいて、撮影した画像に対して一度も収差補正を施したことがなく、そのカメラで撮影した画像に対して初めて収差補正を施す場合と、以前に撮影画像を補正したことがあり、収差補正歴が残っているカメラで撮影した画像を補正する場合とは異なった働きをする。

まず、初めて使用したカメラで撮影した画像に対して、収差補正をする場合について説明する。

前記収差補正処理部 4 1 では、F i g . 2 3 B に示したような歪曲収差のある画像（例えば、画像 a）が入力され、あらかじめ設定された（2）式における係数 A 1, A 2, … の初期値を用いて、（2）式に従って補正した画像を画像表示部 4 4 に出力する。この画像表示部 4 4 は、補正画像と同時に原画像 a を表示する。

そして補正パラメータ設定部 43 では、係数 A_1 , A_2 , ... を調整する機構を備え、ユーザの操作により所望の係数を設定すると、直ちに係数を更新するように、収差補正処理部 41 に新たな係数 A_1 , A_2 , ... をフィードバックする。収差補正処理部 41 は、新たに設定した後の係数で補正した画像を出力し、画像表示部 44 の表示は、新たに補正された画像に更新される。

ユーザは、2枚若しくは少なくとも1枚の画像を見ながら、補正パラメータ設

定部 4 3 を操作して、撮影に用いたカメラからの画像に対して最適な補正を行う係数 A_1 , A_2 , ... を決定する。この時、補正パラメータ設定部 4 3 は、Fig. 3 A に示すように、画像表示部 4 4 上に表示した仮想的な調整つまみをマウスやキーボード等で操作するように構成すると、操作が簡便で好ましい。このつまみを操作して、係数 (Fig. 3 A, 3 B では、 A_1 , A_2) を変更すると、画面上の「補正後画像」が新たな係数値に応じて補正され、更新される。勿論、表示画面に 2 枚以上の表示が必要な場合には、任意の枚数の画像を表示してもよい。

そして、ユーザは、補正が十分だと判断した場合には、「OK」キーを押して (マウスの場合にはクリックして)、係数 A_1 , A_2 , ... を決定する。このように決定された係数は、それぞれカメラの機種名等ユーザが任意に付けた名前と共に、補正パラメータ記憶部 4 2 に記憶される。これは例えば、Fig. 4 に示すような形式のファイルとして、補正パラメータ記憶部 4 2 に記憶させればよい。

前述した係数調整に用いる画像は、任意のもので構わないが、ビル、本棚、窓枠や方眼紙のように、直交する直線が多く含まれる被写体を撮影した画像の方がより調整がしやすい。

次に過去に撮影画像を補正したことがあり、その時の係数 A_1 , A_2 , ... が補正パラメータ記憶部 4 2 にファイルとして保存されているカメラにより撮影された画像を補正する場合について説明する。

このような場合には、補正パラメータが撮影機材を示す名前と関連づけられて記憶されているため、画像処理装置を起動させる際に、そのデータを読み込み、Fig. 3 B に示すように画像表示部 4 4 にメニュー形式で表示する。そしてユーザが、そのメニュー画面から使用機材名を選択すると、対応する係数 A_1 , A_2 , ... が補正パラメータ記憶部 4 2 から補正パラメータ設定部 4 3 を介して収差補正処理部 4 1 へ読み出され、入力画像に収差補正処理を施した画像が収差補正処理部 4 1 から出力される。

以上説明したように、本実施形態では、あらかじめ撮影機材の光学系の収差情報を知る必要はなく、ユーザが撮影した画像のみを見ながら補正係数を決定するため、今まで使用していなかったカメラであっても、使用するに際して、その光学系の特性を事前に知る必要がない。

なお、本実施形態では、メモ리카ードに画像を記憶するデジタルスチルカメラを利用しているが、これに限定されず、直接、画像再生部に入力するような機材でも画像処理が可能である。また、一台の入力装置で複数の画像を撮影する場合について説明しているが、複数の入力装置を同時に用いて入力する構成においても可能である。また、本実施形態では、補正パラメータ設定部 43 は、画像表示部 44 上に示した仮想的な調整つまみとして説明したが、回転式やスライド式の別体のスイッチとしても構わない。

さらに、本実施形態では原画像と処理結果を見比べながら補正するような構成であるが、ビル・本柵等直線部分が多く含まれるな収差による画像であれば、補正処理後の画像のみを画像表示部 44 に表示して、直線部分がまっすぐになるように調整することで、係数 A_1 , A_2 , \dots を決定することができる。

次に、第２の実施形態としての画像処理装置について説明する。

本実施形態は、前述した第 1 の実施形態の変形であり、F i g . 5 乃至 F i g . 8 を参照して説明する。本実施形態の構成部位で、前述した F i g . 1 及び F i g . 2 に示す構成部位と同等の部位には、同じ参照符号を付して、その説明を省略する。

Fig. 6は、本実施形態の構成例を示す図であり、第1の実施形態とは、画像合成部6から出力された合成画像を画像補正処理部36に入力している点が異なっている。Fig. 7は、画像補正処理部36の構成例を示す。Fig. 8は、画像補正処理部36の画像表示部44に表示される画面の一例を示す。

この構成において、画像データ再生部 35 で伸長等が施された画像データ（ここでは画像 a）は、収差補正処理部 41 に入力され、予め設定された補正パラメータ値 A1, A2, ...を用いて補正されたデータが画像合成部 6 に出力される。同様に、補正処理された画像に隣接する画像においても、収差補正処理部 41 で補

正された後に出力され、画像合成部 6 で画像合成を行い、繋ぎ合わされた画像を生成する。そして、合成された結果画像は、画像補正処理部 36 に入力され、画像表示部 44 で表示される。

次に F i g. 5 A, 5 B, 5 Cを参照して、ユーザの操作による実際の処理例について説明する。

Fig. 5 Aは、撮影対象となる被写体である。これを歪曲収差のある光学系を通し分割して取り込むと、Fig. 5 Bに示すように、画像の周辺で被写体が歪んでしまう。

例えば、画像上に複数の特徴点の組（Fig. 5BではP1とP1'、P2とP2'、P3とP3'との3組）を設定する。この設定は、予め定めたプログラムによる制御により画像合成部6で自動的に行っても良いし、ユーザの操作により指定しても構わない。これらの組の中から2点を選択する。ここでは、P1とP2を選択した例について説明する。

このとき、収差補正係数 A_1 , A_2 , ... が正確でないまま画像合成部 6 で、 P_1 と P_2 を基準に平行移動量、回転量を求めて合成すると、Fig. 5C に示すように P_1 と P_1' 、 P_2 と P_2' は正確に一致するが、 P_3 と P_3' は一致しない。当然、周囲の他の各点も一致しない。

そこで、Fig. 6に示す装置構成により、実施された合成結果を画像表示部44に表示し、ユーザは、それらの表示を見ながら基準点P1とP2以外が一致するように係数A1、A2、…を調整する。調整された係数A1、A2、…は、収差補正処理部41に直ちに入力され、新たに補正した画像が画像合成部6により繋ぎ合わされて、画像表示部44に再表示される。

この時、係数 A_1, A_2, \dots が正しく設定されるならば、 P_1 と P_1' 、 P_2 と P_2' だけでなく、 P_3 と P_3' も同時に一致する。このような方法により、風景画像・人物画像など一見収差の分かりにくい画像についても容易に補正することができる。

本実施形態では、画像表示部 44 上に表示される画像を見て、係数 A1, A2, ... を調整するようにしているが、P3 と P3' のズレを自動的に検出して、そのズレが 0 若しくは最小になるように係数 A1, A2, ... を自動的に補正しても構わ

ない。

次に F i g . 9 には、第 3 の実施形態としての画像処理装置の画像補正処理部の構成例を示し説明する。本実施形態の構成部位で、前述した第 1、第 2 の実施形態と同等の構成部位には、同じ参照符号を付して、その説明を省略する。一般に、カメラ等の光学系における周辺減光の影響で、撮影された画像は、周辺に行くほど入射光量が落ちてしまっている。そのため、周辺減光の大きな画像を、前述した画像合成装置で繋ぎ合わせると、オーバーラップ領域の部分で画像が暗くなってしまう、不自然な合成画像が生成される。

この周辺減光は、Fig. 10に示すように、画像中心からの距離Rが大きくなるにつれて、画像の明るさが暗くなってしまう現象であり、理想的な信号値Sに対して、周辺減光のある場合の信号値S'は、近似的には、次の(3)式のよう
に多項式で与えられる。

$$S' / S = B_0 + B_1 \cdot R + B_2 \cdot R^2 + \dots \quad (3)$$

そこで、Fig. 9に示すように画像補正処理部36を、画像表示部44と、周辺減光補正処理部46と、周辺減光補正パラメータ記憶部47と、周辺減光補正パラメータ設定選択部48とで構成する。

この周辺減光補正パラメータ設定選択部 48 では、係数 B_0 , B_1 , B_2 , ... を画像表示部 44 上に表示する仮想的なつまみを動かして調整し、画像の中心と周囲で明るさが同一になるように設定する。

このような構成で、係数 B_0 , B_1 , B_2 , ... を設定するように構成すれば、撮影に使用するカメラ等の光学系の諸パラメータを知らなくても、撮影した画像に基づき簡単に補正することができ、画像合成部 6 で繋ぎ合わされた画像は、オーバーラップ部でも不自然に暗くならず、画面全体として自然な画像を得ることができる。

また、周辺減光も歪曲収差と同様に、撮影機材の光学系に固有の現象であるので、第1の実施形態で説明したように、一旦補正して設定した係数の値を撮影機材の名称等と関連づけて保存しておき、2回目以降はメニューからその名称を選ぶだけで補正することが可能である。

さらに、本実施形態では、原画像と処理結果を見比べながら補正すると説明し

たが、画像全体の明るさが一様になればいいので、補正処理後の画像のみを画像表示部 4 4 に表示して係数 B0, B1, B2, ... を設定・選択するようにしてもよい。

次に F i g . 1 1 及び F i g . 1 2 を参照して、第 4 の実施形態としての画像処理装置の色調補正を行う構成について説明する。

F i g . 1 1 に示す構成の画像補正処理部 3 6 は、画像表示部 4 4 と、原画像を H S I 変換と称する変換により、色相 (Hue ; H)、彩度 (Saturation ; S)、明度 (Intensity ; I) にそれぞれ変換する色調補正部 5 1 と、H、S、I の変換を行う補正パラメータを調整して色調を補正する補正パラメータ設定選択部 4 3 とで構成される。

このような画像補正処理部 3 6 により、原画像はそれぞれ色調補正部 5 1 に入力され、H S I 変換で色相 H、彩度 S、明度 I に変換される。さらに、色調補正部 5 1 では、補正パラメータ設定部 4 3 で設定した色相 H、色彩 S、明度 I に基づき、入力画像を補正し、画像表示部 4 4 に出力する。ユーザは画像表示部 4 4 に表示される画像を比較しながら、F i g . 1 2 に示すような画面上の色相 H、色彩 S、明度 I の調整用つまみを操作して、両者が同じような色調になるように調整する。そして色調が調整されたデータは、画像合成部 6 で合成され、繋ぎ合わされる。

このように構成された画像補正処理部 3 6 により、画像合成の際に隣り合う複数の画像を合成した画像のオーバーラップ領域だけでなく、画面全体の色調が自然なものとなるようにすることができる。勿論、本実施形態では、色相・色彩・明度に変換して調整するように説明したが、ホワイトバランスを合わせるのと同様に、R、G、Bそれぞれの信号レベルを合わせるようにしても良い。

さらに F i g . 1 3 に示すように、画像補正処理部 3 6 に画像拡大縮小部 5 2 と補正パラメータ設定選択部 4 3 を備えることにより、ズーム比の違い、撮影者の撮影位置による被写体の大きさ変化にも対応して、良好な合成画像を得ることができる。

次に、F i g . 1 4 ~ F i g . 1 7 を参照して、第 5 の実施形態としての画像処理装置による広ダイナミック化処理を行う構成例を示し説明する。

この画像処理装置は、広ダイナミック化技術において、既に撮影された画像から露出時間比 R_{exp} を算出し、この露出時間比を用いて画像を合成する装置である。本実施形態の構成部位で前述した第 1 の実施形態の構成部位と同等の部位には同じ参照符号を付してその説明を省略する。

本実施形態の画像処理装置は、画像処理部 3 4 に露出時間比算出部 6 1 を備えた構成である。

この画像処理部 3 4 において、再生された画像 a、b は、まず信号切り替え部 3 7 を経由して、露出時間比算出部 6 1 に入力され、結果として、露出時間比 R_{exp} が画像合成部 6 に入力される。この画像合成部 6 で、算出された露出時間比 R_{exp} を用いて画像 a、b を合成し、入力機器のダイナミックレンジを超えた画像が出力される。なお、画像合成部 6 の構成は、F i g. 2 2 と同様の構成を用いているため、ここでは説明を省略する。

Fig. 15には、前記露出時間比算出部61の構成例を示し説明する。

この露出時間比算出部 6 1 は、画像表示部 4 4 と、ユーザにより露出時間比 R_{exp} を調整するための露出時間比設定部 6 3 と、この露出時間比設定部 6 3 で設定された露出時間比 R_{exp} を基に、入力画像に対して、明るさを調整する明るさ補正部 6 2 とで構成される。

このように構成された露出時間比算出部 6 1 は、入力画像 a、b のうちの 1 枚（ここでは画像 a とする）を、基準画像として、そのまま画像表示部 4 4 に表示する。また画像 b は、明るさ補正部 6 2 で明るさを補正し、画像表示部 4 4 に出力して表示される。

前記露出時間比設定部 63 は、ユーザが露出時間比 R_{exp} を調整できるように、例えば、後述する画像表示部 44 の表示画面上に仮想的な調整つまみを表示する機構を備えている。ユーザが露出時間比 R_{exp} を調整した結果は、直ちに明るさ補正部 62 にフィードバックされ、調整後の露出時間比 R_{exp} で補正した画像が画像表示部 44 で表示される。

Fig. 16は、明るさ補正部62での処理を示した図である。補正前の入力画像信号 S_{in} に対して補正後信号 S_{out} は、

$$S_{out} = R_{exp} \cdot S_{in} \quad (4)$$

と変換される。このとき、 $R_{exp} > 1$ 、 0 ならば画像は明るくなり、 $R_{exp} < 1$ 、 0 ならば、画像は暗くなる。

F i g. 1 7 は、画像表示部 4 4 の表示例である。

この F i g. 1 7 に示す基準画像の画像 a においては、室内（テーブルや花等が有るところ）は適正な露出であり、窓の外（木や山が見えるところ）はオーバーな露出である状態を表している。また、調整画像の画像 b においては、前記窓の外は、適正な露出であり、前記室内は、アンダーな露出である状態を表している。

画像 a は、基準画像として表示され、画面上に表示されるつまみを調整して、画像 b の明るさを補正する。そして、ユーザは、画像 b 全体の明るさが基準画像（画像 a）と同じくらいになった時点で、「OK」キーで、調整終了を指示する。このように設定された露出時間比 R_{exp} が画像合成部 6 に出力され、広ダイナミックレンジ化処理が行われる。

本実施形態によれば、画像を見て確認しつつ、露出時間比 R_{exp} を求めることができるため、画像を入力するための入力機器に所望する機器を使用することができ、また、撮影したときに露出時間を記録する必要がなくなり、容易に広ダイナミックレンジ化処理を行うことができる。

また、本実施形態では、2 枚の画像による露出時間比を補正するパラメータとして調整した例で説明したが、これに限定されるものではなく、3 枚以上の画像の露出時間比を補正パラメータとした場合にも勿論可能である。さらに、画像のうちの 1 つの画像を基準として、他方の画像のみを明るさ補正するように説明したが、勿論、双方の画像の明るさを補正して、中間的な明るさの画像を生成しても構わない。この時の露出時間比は、それぞれの画像において、F i g. 1 6 に示した傾きの比となる。

さらに、露出の異なる複数の明暗画像を撮影する方法として、絞りを変えて撮影してもよいし、減光フィルタの透過率によって制御することも可能である。つまり、広ダイナミックレンジ化処理に必要な補正パラメータとしては、複数の画像間の露出比を示すものであればよく、このような露出比を示すものとして、上述の実施形態に示した露出時間比や、絞り比、減光フィルタの透過率比を補正パ

claims

What is claimed is

1. 1つの構図を、重なり合う箇所に互いに同じ被写体像が存在するオーバーラップ領域を設けるように分割し、複数の画像片として入力する画像入力手段と、

前記複数の画像片の少なくとも各オーバーラップ領域内に生じた画像の歪みまたは画像の差異を補正するのに必要な補正パラメータを設定する補正パラメータ設定手段と、

前記設定された補正パラメータに従って、前記複数の画像片の少なくともオーバーラップ領域内に生じた画像歪みまたは画像の差異が無くなるように、前記複数の画像片のうち、少なくとも1枚の画像片に対して補正を行う画像補正手段と、前記画像補正手段で補正された複数の画像片を、前記オーバーラップ領域で重ねて順次、貼り合わせ、前記1つの構図を復元する画像合成手段と、

前記画像入力手段により入力された複数の画像片、または、前記画像補正手段により補正された画像片のうち少なくとも1枚の画像片または、復元された画像を表示する画像表示手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

2. 1つの構図を異なる露出で撮影した複数の画像として入力する画像入力手段と、

前記露出が異なる複数の画像のうち、少なくとも1枚の画像の明るさを補正するのに必要な補正パラメータを設定する補正パラメータ設定手段と、

前記設定された補正パラメータに従って、前記複数の画像のうち、少なくとも1枚の画像に対して明るさを補正する画像補正手段と、

前記画像補正手段により補正された画像のうち少なくとも1枚の画像を表示する画像表示手段と、

前記複数の入力画像と前記設定された補正パラメータに基づいて、1つの前記入力画像が入力されたときの入射光量を推定し、前記画像補正手段で明るさが補正された複数の画像を、前記画像表示手段の表示可能範囲内に収まるように変換して合成する画像合成手段と、を具備することを特徴とする画像処理装置。

3. 前記画像補正手段は、前記画像表示手段に表示される複数の画像間における画像の明るさの違いに応じて、前記補正パラメータを変化させることにより画像を補正するものであることを特徴とするclaim1 or 2 記載の画像処理装置。

4. 前記画像補正手段は、前記画像表示手段に表示される1枚の画像の歪曲収差または複数の画像間における歪曲収差の違いに応じて、前記補正パラメータを変化させることにより画像を補正するものであることを特徴とするclaim1 or 2 に記載の画像処理装置。

5. 前記画像補正手段は、前記画像表示手段に表示される複数の画像間における画像の倍率の違いに応じて、前記補正パラメータを変化させることにより、画像を補正するものであることを特徴とするclaim1 or 2 に記載の画像処理装置。

6. 前記画像補正手段は、前記画像表示手段に表示される複数の画像間における画像の色情報の違いに応じて、前記補正パラメータを変化させることにより画像を補正するものであることを特徴とするclaim1 or 2 に記載の画像処理装置。

7. 前記色情報は、色相、彩度、明度の少なくとも1つであることを特徴とする前記claim6 に記載の画像処理装置。

8. 前記色情報は、ホワイトバランスを調整するためのR、G、B値の少なくとも1つであることを特徴とする前記claim6 に記載の画像処理装置。

9. 前記画像補正手段は、前記画像表示手段に表示される一枚の画像における画像の周辺減光または複数の画像間における画像の周辺減光の違いに応じて、前記補正パラメータを変化させることにより画像を補正するものであることを特徴とするclaim1 or 2 に記載の画像処理装置。

13. 1つの構図を、重なり合う箇所に互いに同じ被写体像が存在するオーバーラップ領域を設けるように分割し、複数の画像片として入力する画像入力工程と、

前記複数の画像片の少なくとも各オーバーラップ領域内に生じた画像の歪みまたは画像の差異を補正するのに必要な補正パラメータを設定する補正パラメータ設定工程と、

前記設定された補正パラメータに従って、前記複数の画像の少なくともオーバーラップ領域内に生じた画像歪みまたは画像の差異が無くなるように、前記複数の画像のうち、少なくとも1枚の画像に対して補正を行う画像補正工程と、

前記補正された複数の画像を、前記オーバーラップ領域上で重ねて、順次繋ぎ合わせることで、前記1つの構図を復元する構図復元工程と、

入力された前記複数の画像、または、補正された前記画像のうち少なくとも1方の画像を表示する画像表示工程と、
を具備することを特徴とする画像処理方法。

14. 1つの構図を異なる露出で撮影した複数の画像として入力する画像入力工程と、

前記露出が異なる複数の画像のうち、少なくとも1枚の画像の明るさを補正するのに必要な補正パラメータを設定する補正パラメータ設定工程と、

前記設定された補正パラメータに従って、前記複数の画像のうち、少なくとも1枚の画像に対して明るさを補正する画像補正工程と、

前記画像補正工程により補正された画像のうち少なくとも1枚の画像を表示する画像表示工程と、

前記複数の入力画像と前記設定された補正パラメータに基づいて、前記1つの構図が前記画像入力工程で入力されたときの入射光量を推定し、前記画像補正工程で明るさが補正された複数の画像を、前記画像表示工程の表示可能範囲内に収まるように変換して合成する画像合成工程と、
を具備することを特徴とする画像処理方法。

15. 前記補正された画像における前記補正パラメータと、その補正画像若しくはその画像を撮影した撮影機材や撮影方法の識別名とを関連づけて記憶する補正パラメータ記憶工程を有し、

前記補正パラメータ設定工程は、前記補正パラメータ記憶工程で記憶された補正パラメータから所望の補正パラメータを選択して設定することを特徴とするclaim13 or 14に記載の画像処理方法。

16. 前記補正された画像における前記補正パラメータと、その補正画像若しくはその画像を撮影した撮影機材や撮影方法の識別名とを関連づけて記憶する補正パラメータ記憶工程を有し、

前記補正パラメータ設定工程は、前記補正パラメータ記憶工程で記憶された補正パラメータから所望の補正パラメータを選択して設定することを特徴とするclaim13 or 14に記載の画像処理方法。

17. 前記画像補正工程は、前記画像表示工程で表示される複数の画像間における画像の倍率の違いに応じて、前記補正パラメータを変化させることにより、画像を補正することを特徴とするclaim13 or 14に記載の画像処理方法。

18. 前記画像補正工程は、前記画像表示工程で表示される複数の画像間における画像の色情報の違いに応じて、前記補正パラメータを変化させることにより画像を補正することを特徴とするclaim13 or 14に記載の画像処理方法。

19. 前記画像補正工程は、前記画像表示工程で表示される一枚の画像における画像の周辺減光または複数の画像間における画像の周辺減光の違いに応じて、前記補正パラメータを変化させることにより画像を補正することを特徴とするclaim13 or 14に記載の画像処理方法。

20. 前記画像補正工程は、前記画像表示工程で表示される複数の画像間における画像の明るさの違いに応じて、前記補正パラメータとして前記複数の画

像間における露出比を変化させることにより画像を補正するものであることを特徴とするclaim13 or 14記載の画像処理方法。

21. 1つの構図を、重なり合う箇所に互いに同じ被写体像が存在するオーバーラップ領域を設けるように分割して撮像された複数の画像片を1つの画像に復元するコンピュータプログラムを記録する記録媒体であって、

前記分割された複数の画像片を入力する画像入力プログラムと、

前記複数の画像片の少なくとも各オーバーラップ領域内に生じた画像の歪みまたは画像の差異を補正するのに必要な補正パラメータを設定する補正パラメータ設定プログラムと、

前記設定された補正パラメータに従って、前記複数の画像の少なくともオーバーラップ領域内に生じた画像歪みまたは画像の差異が無くなるように、前記複数の画像のうち、少なくとも1枚の画像に対して補正を行う画像補正プログラムと、

前記補正された複数の画像を、前記オーバーラップ領域上で重ねて、順次繋ぎ合わせることで、前記1つの構図を復元する構図復元プログラムと、

入力された前記複数の画像、または、補正された前記画像のうち少なくとも1方の画像を表示する画像表示プログラムとを記録する。

22. 1つの構図を異なる露出で撮影した複数の画像から所望する明るさの画像に補正するコンピュータプログラムを記録する記録媒体であって、

1つの構図を異なる露出で撮影した複数の画像として入力する画像入力プログラムと、

前記露出が異なる複数の画像のうち、少なくとも1枚の画像の明るさを補正するのに必要な補正パラメータを設定する補正パラメータ設定プログラムと、

前記設定された補正パラメータに従って、前記複数の画像のうち、少なくとも1枚の画像に対して明るさを補正する画像補正プログラムと、

前記画像補正プログラムにより補正された画像のうち少なくとも1枚の画像を表示する画像表示プログラムと、

前記複数の入力画像と前記設定された補正パラメータに基づいて、前記1つの

構図が前記画像入力プログラムで入力されたときの入射光量を推定し、前記画像補正プログラムで明るさが補正された複数の画像を、前記画像表示プログラムによる表示可能範囲内に収まるように変換して合成する画像合成プログラムとを記録する。

23. 前記claim21 or 22に記載の画像処理プログラムにおいて、

前記補正された画像における前記補正パラメータと、その補正画像若しくはその画像を撮影した撮影機材や撮影方法の識別名とを関連づけて記憶する補正パラメータ記憶プログラムを有し、

前記補正パラメータ設定プログラムは、前記補正パラメータ記憶プログラムで記憶された補正パラメータから所望の補正パラメータを選択して設定する。

24. 前記claim22 or 22に記載の画像処理プログラムにおいて、

前記補正された画像における前記補正パラメータと、その補正画像若しくはその画像を撮影した撮影機材や撮影方法の識別名とを関連づけて記憶する補正パラメータ記憶プログラムを有し、

前記補正パラメータ設定プログラムは、前記補正パラメータ記憶プログラムで記憶された補正パラメータから所望の補正パラメータを選択して設定する。

25. 前記claim21 or 22に記載の画像処理プログラムにおいて、

前記画像補正プログラムは、前記画像表示プログラムで表示される複数の画像間における画像の倍率の違いに応じて、前記補正パラメータを変化させることにより、画像を補正する。

26. 前記claim21 or 22に記載の画像処理プログラムにおいて、

前記画像補正プログラムは、前記画像表示プログラムで表示される複数の画像間における画像の色情報の違いに応じて、前記補正パラメータを変化させることにより画像を補正する。

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

本発明は、デジタルカメラ等の撮影機材で撮影した画像や撮影条件等の画像データを画像表示部で補正前の画像と補正後の画像として表示し、以前に未使用のカメラからの画像に対しては、補正前後の画像を見ながら収差や色調等を補正を施し画像合成して、補正に用いたパラメータを撮影機材と関連付けて記憶し、以前に使用したことがあるカメラからの画像については、記憶されたパラメータを読み出して補正を施し、画像合成する画像処理部と合成された画像及び画像データを表示するモニタ、印刷出力するプリンタ及び記録媒体９に出力する画処理装置である。

06064100 140499

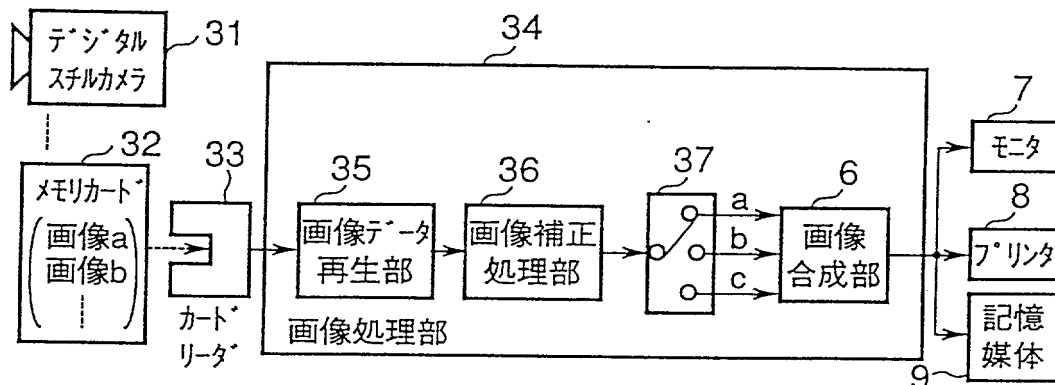


Fig. 1

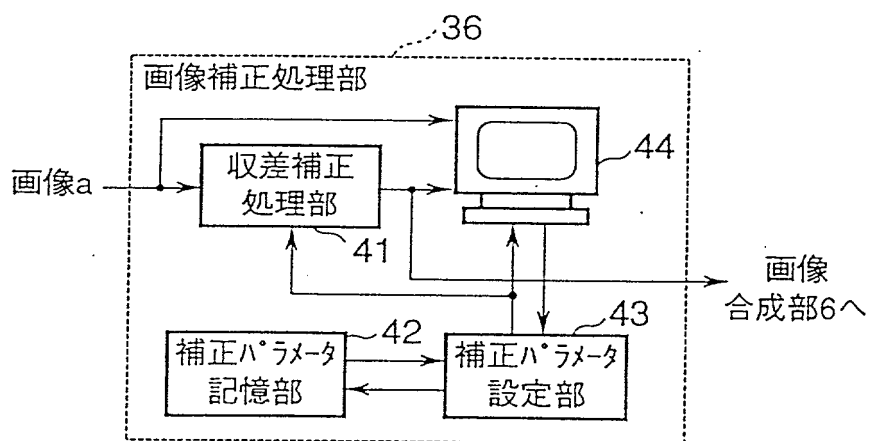


Fig. 2

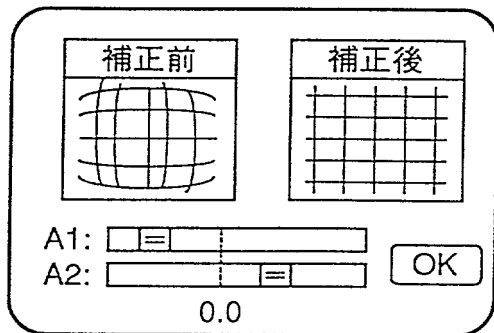


Fig 3A

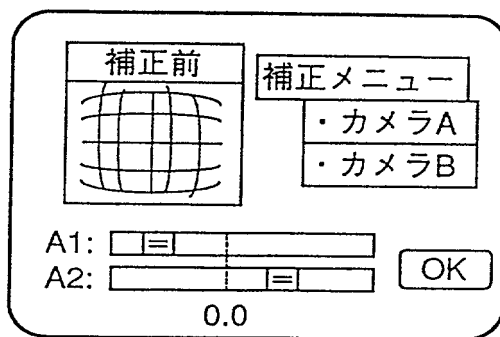


Fig 3B

メニュー名	A1	A2
カメラA	-0.030	+0.150
カメラB	-0.002	-0.010
⋮	⋮	⋮

Fig. 4

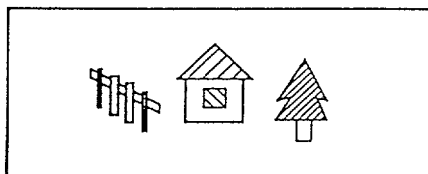


Fig 5A

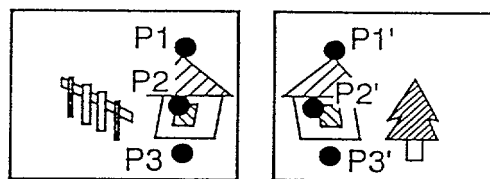


Fig. 5B

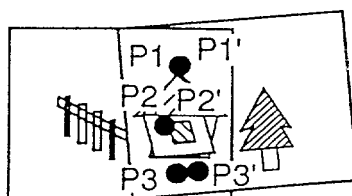


Fig. 5C

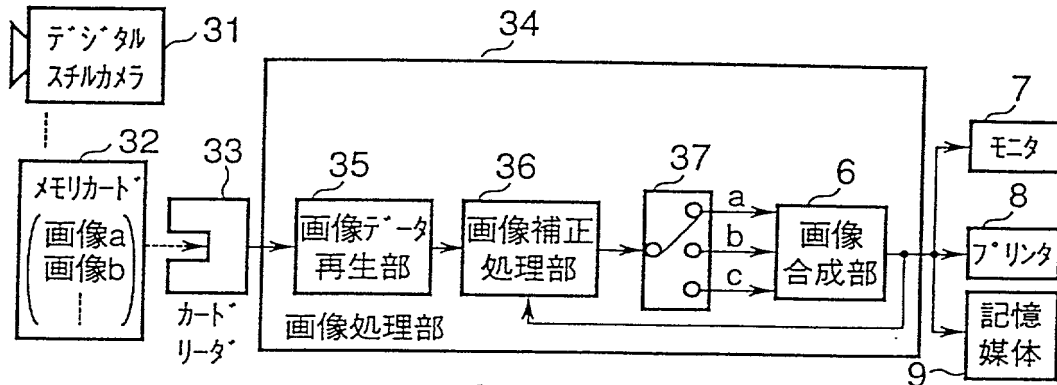


Fig. 6

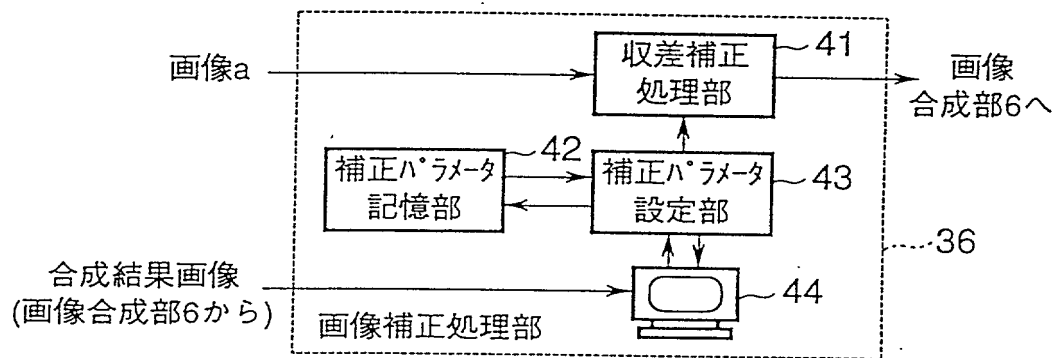


Fig. 7

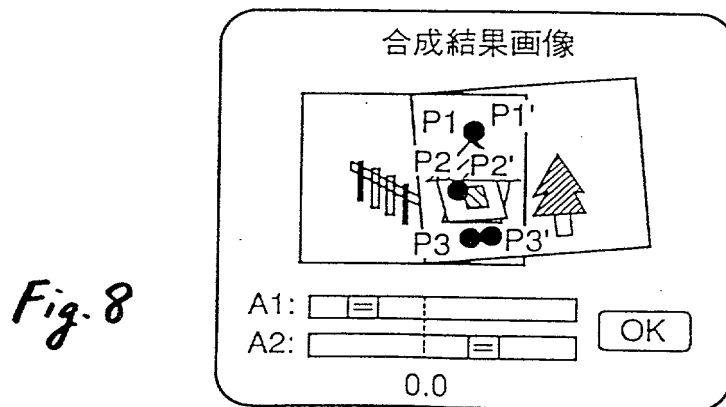


Fig. 8

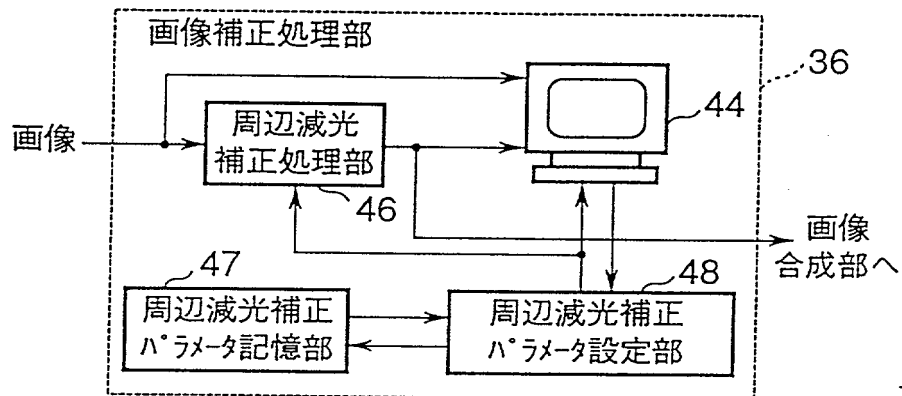


Fig. 9

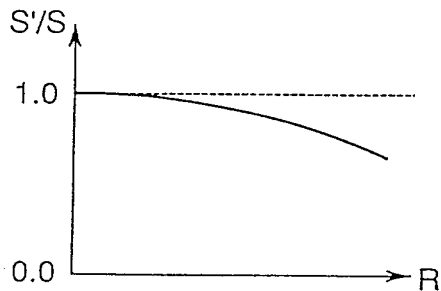


Fig. 10

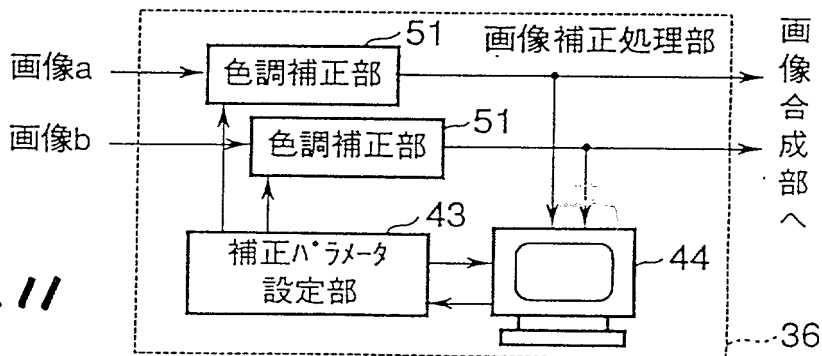


Fig. 11

03964130-10497

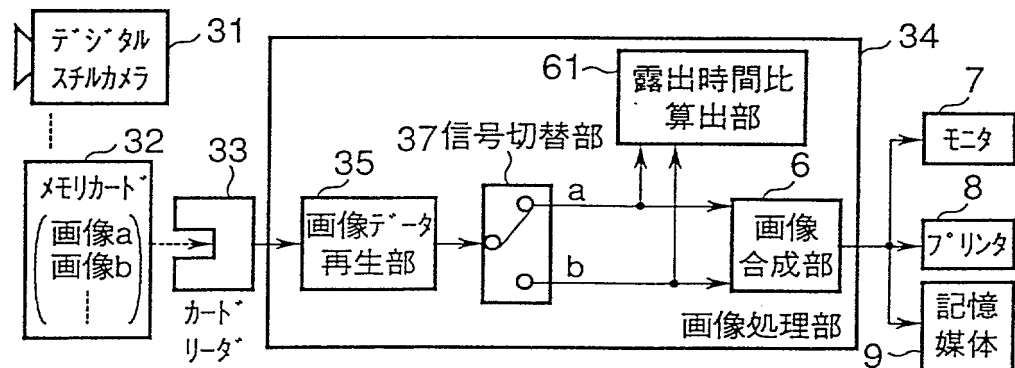


Fig. 14

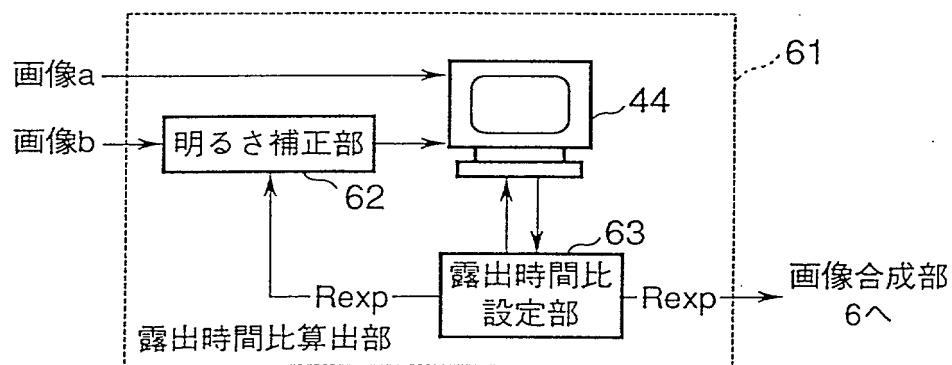


Fig. 15

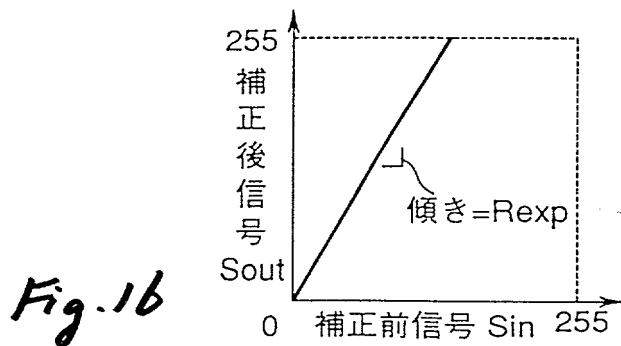


Fig. 16

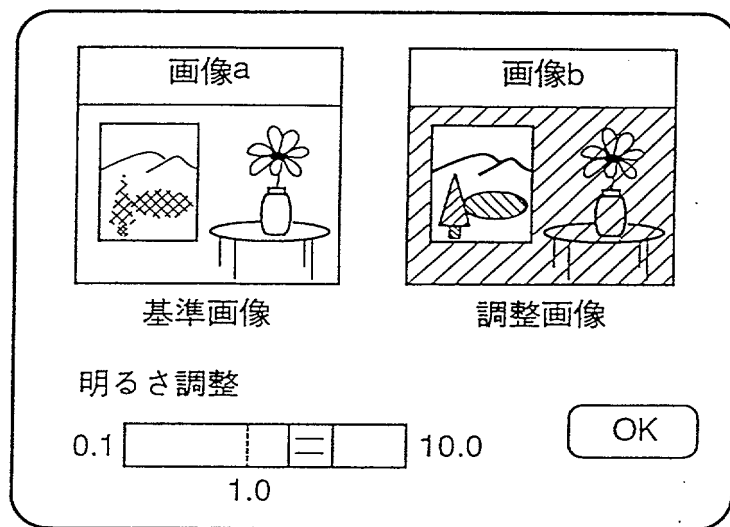


Fig. 17

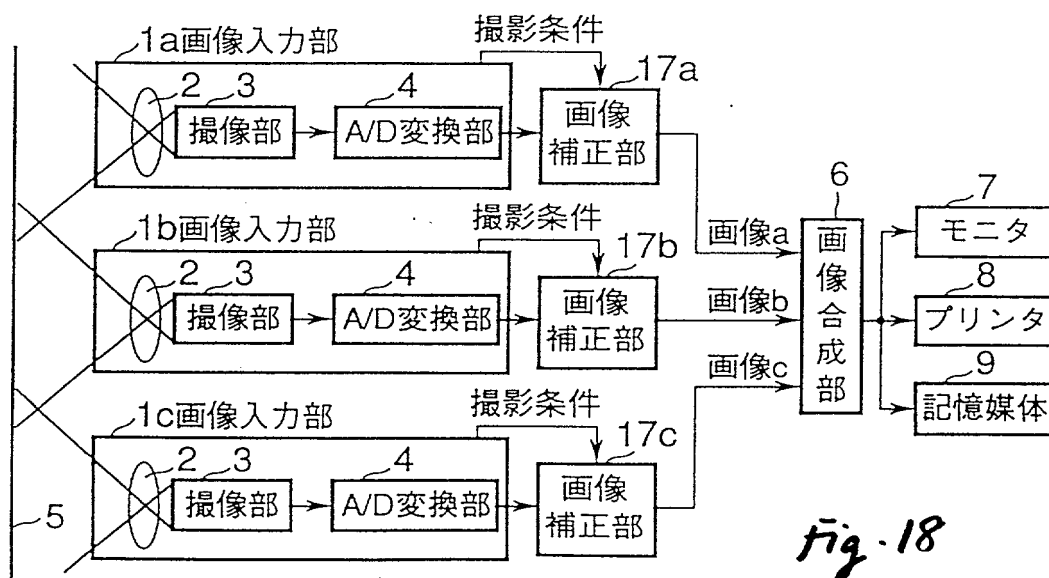
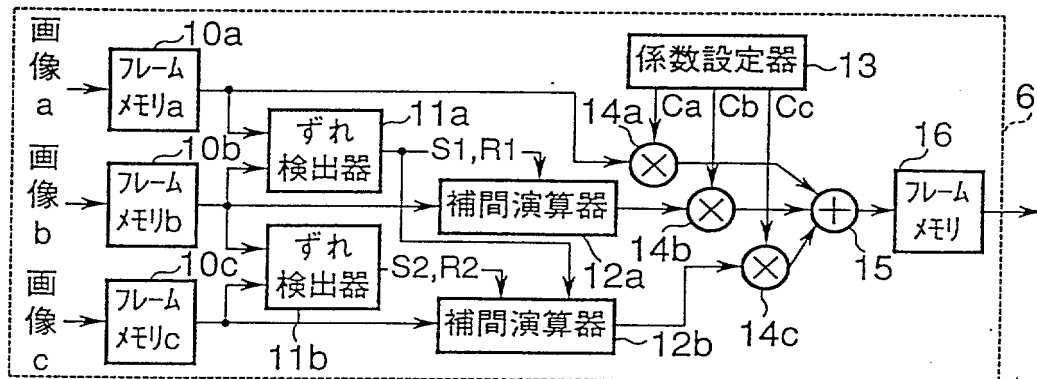


Fig. 18

prior art

08964130 110497



prior art Fig.19

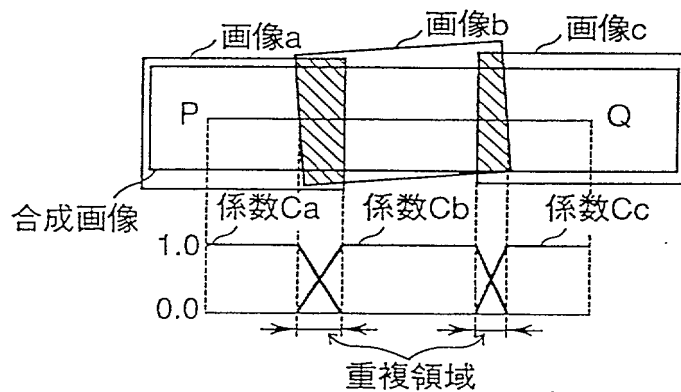


Fig.20

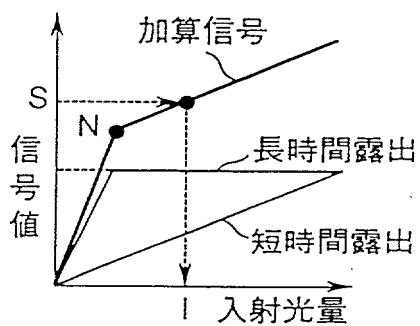
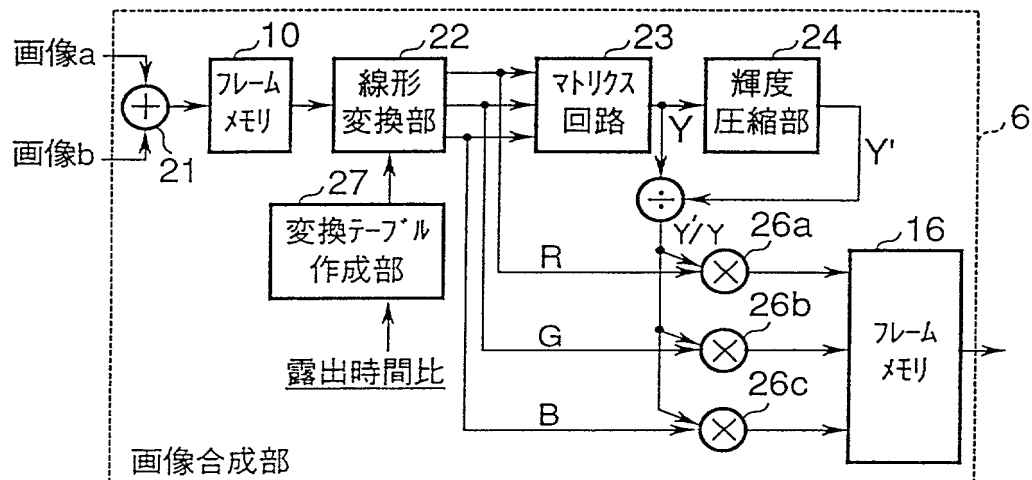


Fig.21



prior art Fig. 22

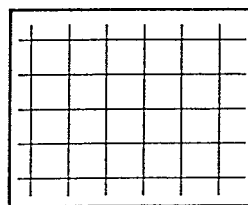


Fig. 23 A

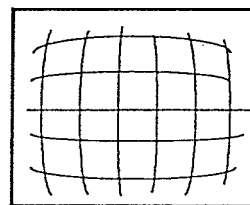


Fig. 23 B

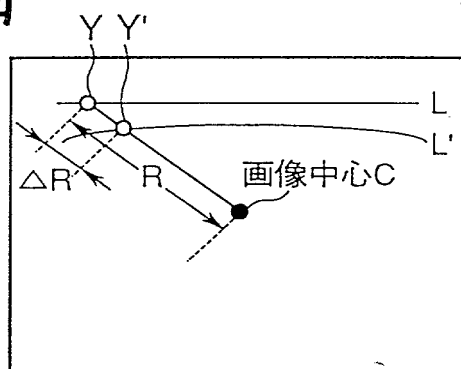


Fig. 23 C

DECLARATION FOR PATENT APPLICATION

(97S0797)

As a below named inventor, I declare that my residence, post office address and citizenship are as stated below above my name; I believe that I am the original, first and sole inventor (if only one name is listed below) or an original, first and joint inventor (if plural names are listed below) of the subject matter which is claimed and for which a patent is sought on the invention entitled:

IMAGE PROCESSING APPARATUS

the specification of which (check applicable box(es)).

☒ is attached hereto.

☐ was filed on
No.

as United States Application No. or PCT International Application

☐ and was amended on

I hereby state that I have reviewed and understand the contents of the above-identified specification, including the claims, as amended by any amendment referred to above.

I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in 37 CFR 1.56.

I hereby claim foreign priority benefits under 35 U.S.C. 119(a)-(d) or 365(b) of any foreign application(s) for patent or inventor's certificate, or 35 U.S.C. 365(a) of any PCT International application which designated at least one country other than the United States, listed below and have also identified below any foreign application for patent or inventor's certificate, or PCT International application having a filing date before that of the application on which priority is claimed:

Japanese Patent Application No. 8-296750, filed November 8, 1996

Priority Claimed

Japanese Patent Application No. 8-312260, filed November 22, 1996

Priority Claimed

I hereby claim the benefit under 35 U.S.C. 119(e) of any United States provisional application(s) listed below.

I hereby claim the benefit under 35 U.S.C. 120 of any United States application(s) or 35 U.S.C. 365(c) of any PCT International application designating the United States, listed below and, insofar as the subject matter of each of the claims of this application is not disclosed in the prior United States application or PCT International application in the manner provided by the first paragraph of 35 U.S.C. 112, I acknowledge the duty to disclose information which is material to patentability as defined in 37 CFR 1.56, which became available between the filing date of the prior application and the national or PCT international filing date of this application.

I hereby appoint as my attorneys, with full powers of substitution and revocation, to prosecute this application and transact all business in the Patent and Trademark Office connected therewith: Stephen H. Frishauf (Reg. No. 16,233), Leonard Holtz (Reg. No. 22,974), Herbert H. Goodman (Reg. No. 17,081), Thomas Langer (Reg. No. 27,264), Marshall J. Chick (Reg. No. 26,853), Walter J. Baum (Reg. No. 20,641), Richard S. Barth (Reg. No. 28,180) and Douglas Holtz (Reg. No. 33,902), each of whose address is 767 Third Avenue - 25th Floor, New York, N.Y. 10017-2023, or any one of them, and request that correspondence be directed to Frishauf, Holtz, Goodman, Langer & Chick, P.C., 767 Third Avenue - 25th Floor, New York, N.Y. 10017-2023.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

[1st Inventor]

Post Office Address: c/o Intellectual Property & Legal Department, OLYMPUS OPTICAL CO., LTD., 2-3,
Kuboyama-cho, Hachioji-shi, Tokyo, Japan

Residence Address: Hino-shi, Tokyo, Japan

Country of Citizenship: Japan

Date: October 27, 1997

Masaki Higurashi
Masaki Higurashi

[2nd Inventor]

Post Office Address: c/o Intellectual Property & Legal Department, OLYMPUS OPTICAL CO., LTD., 2-3,
Kuboyama-cho, Hachioji-shi, Tokyo, Japan

Residence Address: Hachioji-shi, Tokyo, Japan

Country of Citizenship: Japan

Date: October 27, 1997

Yasuhiro Komiya
Yasuhiro Komiya

Post Office Address: c/o Intellectual Property & Legal Department, OLYMPUS OPTICAL CO., LTD., 2-3,
Kuboyama-cho, Hachioji-shi, Tokyo, Japan

Country of Citizenship: China

GangLu Jing